

**Lens system for a cathode ray tube projection system**Patent Number:  US4824224

Publication date: 1989-04-25

Inventor(s): FUKUDA KYOHEI (JP); YOSHIKAWA HIROKI (JP); MORI SHIGERU (JP); HIRATA KOJI (JP); SAKURAI SOICHI (JP)

Applicant(s): HITACHI LTD (JP)

Requested Patent:  JP62278520Application  
Number: US19860948251 19861231Priority Number  
(s): JP19860121039 19860528

IPC Classification:

EC Classification: G02B3/04, G02B13/16, G02B13/18

Equivalents: JP2112800C, JP8020594B

**Abstract**

An improved lens system for a projection television is described. The lens system is designed to be used with a cathode ray tube having a face glass with an aspheric surface having phosphor elements mounted thereto. The aspheric surface of the face glass has its maximum radius at the optical axis and is of lesser radius outwardly thereof. From the screen, the lens system comprises a first aspheric lens of relatively weak power, a second biconvex lens of relatively high positive power, a third aspheric lens of weak positive power and a fourth lens having a concave face on its screen side and of relatively large negative power.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
 ⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開

昭62-278520

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

G 02 B 13/16  
 9/34  
 9/60  
 13/18  
 H 04 N 5/74

識別記号

厅内整理番号

8106-2H  
 7529-2H  
 7529-2H  
 8106-2H  
 A-7245-5C

④公開 昭和62年(1987)12月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥発明の名称 投写形テレビ用光学装置

⑦特 願 昭61-121039

⑧出 願 昭61(1986)5月28日

⑨発明者 福田 京平 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑨発明者 森 素 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑨発明者 平田 浩二 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑨発明者 桜井 宗一 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑩出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑪代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1. 発明の名称

投写形テレビ用光学装置

2. 特許請求の範囲

1. 投写管と、投写管に映写された映像を拡大する投写レンズを有し、投写レンズとして、投写管に最も近い位置に凹レンズが配置され、該凹レンズと投写管の間には、液体、ゲル、ガラス等の屈折率1.4以上の媒質が満たされた投写形テレビ用光学装置において、これに用いる投写管として、次の形状の蛍光面としたことを特徴とする投写形テレビ用光学装置。

蛍光面と上記凹レンズのスクリーン側面との距離を $r$ としたとき、蛍光面の中心軸から $\tau$   
 $(= L \cdot \tan(\sin^{-1} 1/15))$ だけ離れた位置での蛍光面の形状として、中心軸と直角な面となす角度 $\theta$ が、

$$\tau < \frac{L \cdot \tan(\sin^{-1} 1/15)}{250}$$

有効ラスターの最外部の中心からの距離を $r_{max}$ としたとき、その位置での中心との軸方向の隔

りを $dZ$ としたとき、

$$dZ > \frac{r^2 \cdot \tan(\sin^{-1} 1/15)}{2 \times 500}$$

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、投写形テレビに係り、特にフォーカス性能、コントラスト性能を向上するのに好適な投写管を備えた投写形テレビ用光学装置に関する。

[従来の技術]

大画面で迫力ある映像を得たいという要求が強まるにつれ、投写形テレビの需要が急速に伸びつつある。しかしこの画質は直視型ブラウン管と比較したとき、まだ若干劣っている。特にフォーカス性能については、一層の改良が必要である。そのためには、特に投写レンズの改良が急務である。投写レンズとしては、コストが安く、また非球面化が容易で性能向上が期待できるという理由で、プラスチックレンズがかなり用いられている。特にU.S.PAT 4348081で示されているレンズは、構成枚数も少なく、F1.0という高輝度を実現している。しかし本レンズは軸上色収差がかなり残存し

ているという問題がある。投写形テレビは、赤、青、緑の各投写管に対してレンズを用いるため、色収差の影響が少ない。しかし実際のブラウン管では、緑色の単色であっても、その発光スペクトルは第2図に示すように、分布を持っている。そのため U.S.PAT 4348081 で示すレンズは、この色収差のため、どうしてもフォーカス性能が劣化する。一般に色収差を除くには、屈折率及び分散の異なる凸レンズと凹レンズを組合せて用いることが行われている。しかしこのような構成になるとレンズ枚数が増加し、プラスチックレンズの本来の特長である低コスト化を達成できなくなる。

他の方法としては、焦点距離  $f$  を短かくするとが有効である。よく知られているように、色収差は焦点距離  $f$  に比例する。プラスチックレンズの場合、非球面が実現できるということで球面収差は非常に小さい。そのため軸上、すなわちスクリーン中心部については、フォーカス性能は、殆んど色収差のみにより決まり、焦点距離  $f$  が短縮できることと、それに比例してフォーカス性能を改善できる。

の形状を最適化する。②レンズ構成を以下に述べるものとし、またその形状を最適化することにより達成される。

一般に像面わん曲補正のためには、物体面、すなわち投写管蛍光面自体をわん曲することが有効である。

まず、この蛍光面の曲率半径をいろいろ変えて、レンズを最適設計した。この結果を第3図に示す。設計条件は、蛍光面のラスターサイズを4.5インチ、スクリーンの大きさを45インチとした。すなわち倍率は10倍である。投写距離、すなわちレンズの先端からスクリーンまでの距離は700mmとした。画角にすると約40度であり、現在普通に用いられている例では25度～28度であるのに比較して非常に大きい。第3図で横軸は蛍光面の曲率半径、縦軸は、 $2pL/m$  のときのMTFを、全画角にわたっての平均を採った値である。

第3図から蛍光面の曲率半径としては、300mm位が最良点であることがわかる。蛍光面形状としては、非球面とすることが、像面わん曲等の補正

できる。

しかし、このように焦点距離  $f$  が短かくなると、投写距離が短かくなり、画角が大きくなり、周辺部で収差が発生し、像面わん曲、非点収差等が増大する。これらの収差の対策のために U.S.PAT 4348081 では、投写管の直前に凹レンズを用いている。しかし焦点距離  $f$  が短かくなり、画角が大きくなると、この構造では十分に補正が出来ない。  
〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術では色収差改善のために、焦点距離を短かくしたとき、像面わん曲、非点収差等の補正について配慮がなされておらず、スクリーン上周辺部ではフォーカス性能が劣化するという問題があった。

本発明の目的は、これらの像面わん曲、非点収差を補正するためにブラウン管蛍光面形状、及びレンズを最適化し、フォーカス性能の秀れた投写形テレビ用光学装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、①投写管蛍光面を非球面化し、そ

に一層有効である。発明者はこの点に着目し、表1に示す蛍光面形状及びレンズを考案した。この形状を第4図レンズデータを表1表に示す。MTF性能を第5図に示す。画角が40°と超広角でありながら非常に良好なMTF特性が得られていることがわかる。この例の蛍光面形状は、周辺部では300mmの曲率半径相等の落込み量となっているが、中心部の曲率は大きく、その半径は120mmとなっている。この例について試作した結果、次の問題があることがわかった。すなわち、スクリーン上に白のウインドウパターンを発生させたとき、三ヶ月上の像が発生する。この輝度はウインドーパターンの輝度の0.1%の明るさであるが、観視時の周囲を暗くしたときには、人間の目にも感じる明かるさであった。この発生のメカニズムを第7図を用いて説明する。ガラス1はガラス2に付着しているが、これは光学的に密着しているわけではない。したがって±90°方向に拡散した光は、ガラス2内では±90°方向に散らばる。すなわち、ガラスから真空へ光が進むときの臨界角であり、ガラ

第1表

		曲率半径	グラップ半径	面間隔	屈折率
	スクリーン	$\infty$	600	701.0	1.0
近 レ ン ズ	S <sub>1</sub>	929391	37.0	70487	1.4938
	S <sub>2</sub>	123590	355	165904	1.0
中 レ ン ズ	S <sub>3</sub>	86300	340	173	1.62286
	S <sub>4</sub>	-101822	320	298568	1.0
遠 レ ン ズ	S <sub>5</sub>	1813277	340	8012	1.4938
	S <sub>6</sub>	-152796	340	175	1.0
系 統	S <sub>7</sub>	-40234	345	30	1.5401
	S <sub>8</sub>	$\infty$	600	42	1.61
冷却液		$\infty$	600	138	1.5401
ガラス		-11953	600		
蛍光面P <sub>1</sub>					
非 球 面 係 数		CC	AD	AE	AF
					AG
	S <sub>1</sub>	-63741	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
		-17690	-34450	23723	-53953
	S <sub>2</sub>	02738	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
		-18085	-25767	25339	-57158
	S <sub>3</sub>	-198088	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
		18057	-74569	-57472	78758
	S <sub>4</sub>	-18908	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
		48071	12516	-14550	15522
蛍光面	P <sub>1</sub>	-30554	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
		54036	8036	-64008	64367

\*非球面係数とは、面形状を次式で表現したときの係数である。

$$Z = \frac{r^2/R_p}{1 + \sqrt{1 - (1+CC) \cdot r^2/R_p^2} + AD \cdot r^4 + AE \cdot r^6 + AF \cdot r^8 + AG \cdot r^{10}}$$

しは、蛍光面から凹レンズ先端までの距離である。すなわちこの不要な像の発生を止めるには、この点 $r$ での蛍光面の形状が軸に垂直となればよい。蛍光面の傾き $\tau$ と、この像の強度 $B$ は、ウィンドーパターンがある程度より大きいとき、

$$\theta = \tau$$

となる。また像の広がり $\theta$ も $\tau$ に比例する。すなわち像の明るさと広がりの積は $\theta$ に比例する。実際には、スクリーン上に達するこのような迷光は、上記述べた原因で発生するもの以外にも、例えばレンズ間の表裏面での反射、鏡筒部での反射等いろいろな原因に基くものがある。したがって上記迷光も完全に $\theta$ とする必要はなく、実用上目立たなくなればよい。そのために、この $\tau$ 、すなわち蛍光面の曲率半径 $R_p$ をいろいろ変えて、プラウン管及びレンズを試作した結果、 $R_p$ が250以上であれば、一応实用に供することが判った。すなわち

$$\tau < \frac{r}{250} = \frac{L_{\text{len}}(\sin^{-1} \frac{1}{N})}{250}$$

とする必要がある。

また、先程述べたように蛍光面の曲率半径は、

スの屈折率を $N_o$ としたとき、 $\theta = \sin^{-1} \frac{1}{N_o}$ で与えられる。蛍光面にわん曲があり、その法線が中心軸とのなす角が $\tau$ であるとき、光は中心軸に対しても、 $-(\theta+\tau) \sim +(\theta-\tau)$ の間に分布する。この光は各光学媒質を進むが、それぞれ屈折率は1.4~1.6であるので、大体そのまま直進すると考えてよい。この光は凹レンズの出射面3まで達する。このとき光の大部分は、この界面で屈折し、空気部に出射する。しかし凹レンズ部の中心附近ではこの界面は、軸と直角な面となっているため、その臨界角 $\alpha$ は、凹レンズの屈折率を $N_p$ としたとき、 $\sin^{-1} \frac{1}{N_p}$ となる。すなわち $N_p \approx N_o$ と考えれば、 $\theta \approx \alpha$ となり、角度 $\tau$ の光束だけ、全反射し、蛍光面に戻る。蛍光面では光線は乱反射し、再びスクリーン側に向かう。このようにして、第6図で述べたように、スクリーン上に三ヶ月状の像が生じる。この不要な像は、蛍光面上の光源の位置 $r$ が次式で与えられる位置にあるとき、この不要な像が発生する。

$$r = L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{N})$$

$$N = N_o \approx N_p$$

収差の点からは450R以上が望ましい。すなわち、第4図から、普通に用いられている蛍光面の曲率半径 $\infty$ のときの $\Delta T_A$ は約60 $\mu$ であり、それに対して、 $\Delta T_A$ として5 $\mu$ の差があれば、明らかに有意味となって表われる。すなわち蛍光面の曲率半径として、500Rより小さくする必要がある。このように曲率を強くしたとき、最も改善できる収差は、蛍光面の最外周( $r = r_{\max}$ )から出射したときの光である。したがって蛍光面の最外周での落込み量、すなわち中心と最外周の軸方向の偏差 $\delta Z$ を

$$\delta Z > \frac{r_{\max}^2}{2 \times 500}$$

とすればよい。

#### [作用]

蛍光面の形状として、中心からの距離 $r$ が $L_{\text{len}}(\sin^{-1} \frac{1}{N})$ の位置では、その傾き $\tau$ が、 $\frac{L_{\text{len}}(\sin^{-1} \frac{1}{N})}{250}$ より小さくすることにより、蛍光面から出射した光が、凹レンズのスクリーン側面で全反射し、再び蛍光面に戻り、さらに蛍光面で反射し、スクリーンに到達する光が非常に少なくなる。この結果、

スクリーン上の画の黒レベルの浮きが少なくなり、コントラストの良好な画像を再現することができる。また有効画面の最外周位置  $r = r_{max}$  では、その中心に対する軸方向の偏位  $dz$  を、  $dz > \frac{r_{max}^2}{2 \times 500}$  とすることにより、レンズで発生する像面わん曲を少なくでき、収差を低減でき、ハイフォーカスな画質を実現できる。

## 〔実施例〕

以下、本発明を、第1図に示す実施例を用いて詳細に説明する。また、そのレンズのデータを第2表に示す。 $L_1, L_2, L_3, L_4$  はレンズ、 $P_1$  は投写管蛍光面を示している。レンズデータ及び蛍光面形状を第2表に示す。本例は投写管上4.5インチのラスターを10倍、すなわち45インチに拡大したときの値である。

本実施例の投写管蛍光面の中心近くの曲率半径は  $500^{\circ}$  となっている。したがって蛍光面位置  $r = L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15}) \approx 17.6 \times \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15}) = 15.7^{\circ}$  での傾きは、  $0.03 \text{ rad}$  となり、  $\tau = \frac{L \tan(\sin^{-1} \frac{1}{15})}{250} = 0.06 \text{ rad}$  より少なくなっている。その結果、スクリーン上

く、また高温に耐えられるため、信頼性の点で有利である。またプラスチックレンズを用いた場合には、非球面形状とすることが容易であり、収差低減には好都合である。本実施例では、収差低減には比較的不利であるガラスレンズの場合について示した。本構成レンズにおいて、プラスチックレンズ  $L_1$  及び  $L_2$  は、薄肉となっており成形しやすい形状となっている。しかし非球面度は非常に強くなっている。すなわち成形で製作するという、プラスチックレンズの利害得失を十分考慮したレンズとなっている。ガラスレンズは、プラスチックレンズに比べて、温度等の外界の影響を受けにくい。またパワーレンズの焦点距離が温度等によって変化したときには、そのまま全系の焦点距離が変動する。凹レンズは、投写管の直前に配置されるため、温度が上昇する。場合によつては  $100^{\circ}\text{C}$  近くまで上昇することもあり、プラスチックレンズではいろいろな問題が生じる。本発明では、このような理由により、パワーレンズと凹レンズはガラスで構成している。従来、このレンズタイプ

において、先に述べた不要光が殆んど認められず、ハイコントラストな画像を再現することができた。また蛍光面有効ラスター4.5インチの最外周での、中心に対する軸方向の偏位  $dz$  は、  $5.2^{\circ}$  であり、  $dz = \frac{r_{max}^2}{2 \times 500} = 3.4^{\circ}$  よりも大きくなつており、レンズ系のフォーカス性能を向上することができる。以下この結果について説明する。本レンズは第1図に示す構成となっており、スクリーン側から順に、球面収差補正のための非球面形状のプラスチックレンズ  $L_1$ 、全系のパワーの大部分を占める凸レンズ  $L_2$ 、またこの凸レンズは、温度変化によるフォーカス劣化を低減するために、ガラスで構成する。さらに、非点収差、及びコマ収差補正のためにパワーの弱い薄肉の非球面プラスチックレンズ  $L_3$ 、また液冷構造を簡略化するために凹メニスカスレンズ  $L_4$  で構成している。レンズ  $L_1$  はガラスレンズであつてもプラスチックレンズであつてもよい。レンズ  $L_4$  と投写管の間は冷却のために、冷媒液  $4$  を満たす構成となっているため、  $L_4$  としてガラスレンズを用いた方が、液のしみ出しが少な

第2表

		曲率半径	クラップ半径	面間隔	屈折率
近 軸 系	スクリーン	$\infty$	600	701.0	1.0
	第1 $S_1$	820748	400	7.049	1.4995
	レンズ $S_2$	102395	343	18.754	1.0
	第2 $S_1$	72846	340	183	1.59096
	レンズ $S_4$	-115384	309	22778	1.0
	第3 $S_2$	918544	345	6.012	1.4995
	レンズ $S_5$	-124524	345	26709	1.0
	第4 $S_3$	-40485	354	3.0	1.51827
	レンズ $S_4$	-1200	500	1.939	1.41
	ガラス	$\infty$	600	12.7	1.5401
非 球 面 保 数	蛍光面 $P_1$	-5000	600		
		<i>CC</i>	<i>AD</i>	<i>AB</i>	<i>AP</i>
	第1 $S_1$	-295877	$-1.3965 \times 10^{-6}$	$-3.2955 \times 10^{-6}$	$2.4863 \times 10^{-6}$
	レンズ $S_2$	0.961337	$-1.2618 \times 10^{-6}$	$-3.0485 \times 10^{-6}$	$3.0558 \times 10^{-6}$
	第3 $S_1$	-396583	$1.541 \times 10^{-6}$	$-2.7466 \times 10^{-6}$	$3.620 \times 10^{-6}$
	レンズ $S_4$	-6.3883	$6.305 \times 10^{-7}$	$1.2760 \times 10^{-6}$	$2.8164 \times 10^{-6}$
	蛍光面 $P_1$	0	$-1.2329 \times 10^{-6}$	$5.3393 \times 10^{-6}$	$-9.7262 \times 10^{-6}$

では、凹レンズは非球面とする必要があったが、先に述べたような蛍光面形状とすることによって良好なフォーカス特性を得ることができた。MTF特性を第8図に示す。このMTFは蛍光体の波長分布を第2図のものとしたときの値である。Pナンバが1.0、画角が40度でありながら、非常に良好なMTF特性を示している。

#### [発明の効果]

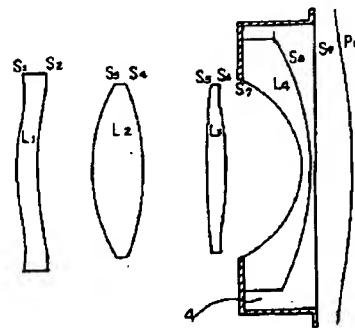
以上述べたように本発明は、焦点距離を短くすることにより、スクリーンの中心部のフォーカス改善、投写管蛍光面形状を最適化することにより、周辺部のフォーカス改善、また不要な反射光を低減し、コントラストの改善を達成することができる。また、画角を増大し、投写距離を短縮した結果、セットの高さ、奥ゆきを低減できる。またレンズの長さ、口径も小さくでき、コストを安くすることができます。ちなみに従来普通に用いられているレンズの口径はφ120位であるのに対し、本発明ではφ82と格段に小型化されている。

#### 4. 図面の簡単な説明

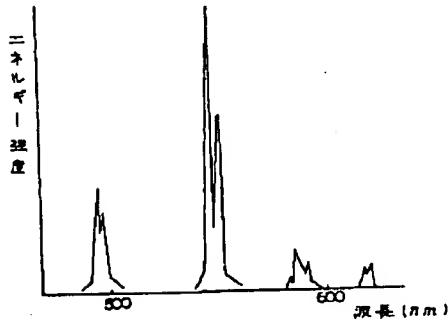
第1図は本発明に係る光学装置の断面図、第2図は蛍光体発光スペクトルの一例を示す特性図、第3図は蛍光面の曲率半径とMTFの関係を示す特性図、第4図は従来の光学装置の断面図、第5図は相対画角とMTFの関係を示す特性図、第6図は反射による不要光のスクリーン上の像を示す模式図、第7図は不要光発生のメカニズムを示す図、第8図は本発明の一実施例におけるMTF特性図である。

- 1 … 投写管蛍光面
- 2 … 投写管前面ガラス
- 3 … 凹レンズのスクリーン側面

第1図

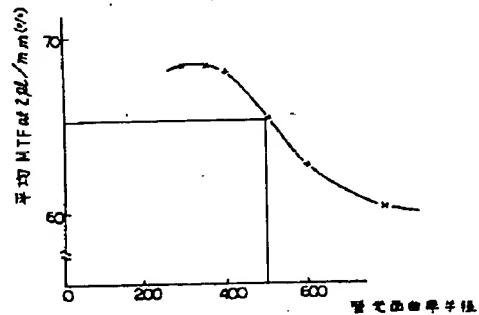


第2図

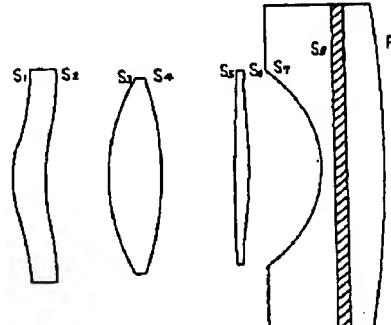


代理人弁理士 小川勝男

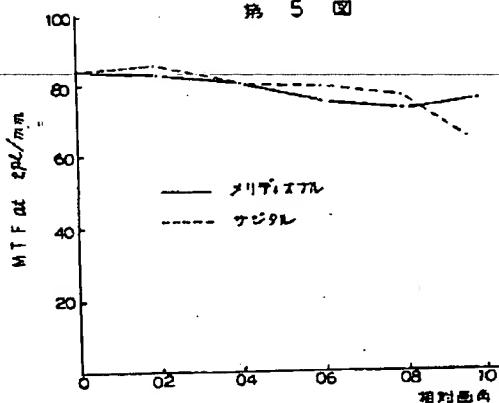
第3図



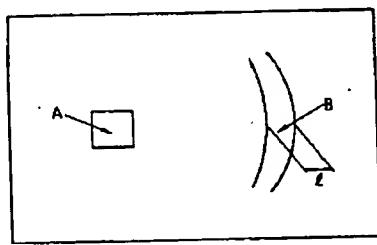
第4図



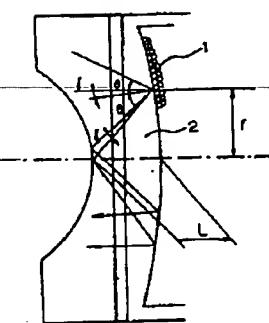
第5図



第6図



第7図



第8図

